

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : **2000-216140**  
 (43)Date of publication of application : **04.08.2000**

(51)Int.CI.

H01L 21/3065  
 B23Q 3/15  
 G05D 23/00  
 H01L 21/68

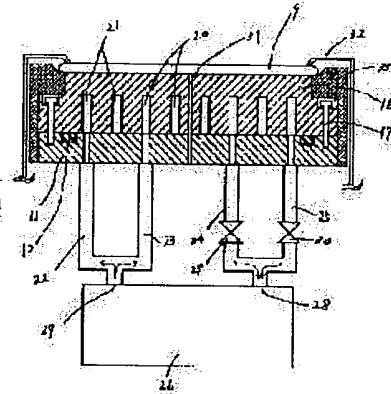
(21)Application number : **11-011473**  
 (22)Date of filing : **20.01.1999**

(71)Applicant : **HITACHI LTD**  
 (72)Inventor : **SUGANO SEIICHIRO**  
**USU TAKETO**  
**KANAI SABURO**

## (54) WAFER STAGE AND WAFER TREATING APPARATUS

### (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a wafer stage which controls the temp. distribution over a wafer being treated as desired at a high response performance.  
**SOLUTION:** In a wafer stage mounting a wafer 9 being treated, a plurality of independent refrigerant passages 20, 21 are provided, pipings 22-25 are connected to the passages 20, 21 through valves 29, 30 capable of adjusting the flow rate of a refrigerant every passage, and the opening degrees of the valves 29, 30 are adjusted to adjust the flow rates of the refrigerant. Thus, the temp. distribution of the wafer 9 being treated can be controlled by adjusting only the opening degrees of the valves 29, 30 connected to the pipings 24, 25 and hence the temp. can be controlled at a high response performance and a low cost.



### LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

\* NOTICES \*

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

DESCRIPTION OF DRAWINGS

---

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is the cross-sectional view of the first example of this invention.

[Drawing 2] It is the drawing which looked at the aluminum electrode of the first example of this invention from the rear face.

[Drawing 3] It is the explanatory view which applied the first example of this invention to owner magnetic field microwave plasma treatment equipment.

[Drawing 4] It is the explanatory view of the second example of this invention.

[Drawing 5] It is the explanatory view of the third example of this invention.

[Drawing 6] It is the explanatory view of the fourth example of this invention.

[Drawing 7] It is the explanatory view of the fifth example of this invention.

[Description of Notations]

1 [ -- Waveguide, ] -- A vacuum processing room, 2 -- A microwave resonance box, 3 -- Atmospheric-air space, 4 5 [ -- Wafer stage, ] -- Microwave, 6 -- A coil, 7 -- The plasma, 8 9 [ -- An O ring, 13 / -- Raw gas, ] -- A wafer, 10 -- An RF generator, 11 -- The base, 12 14 [ -- A screw, 18 / -- Capacitor, ] -- A quartz tube, 15 -- Exhaust air, 16 -- An aluminum electrode, 17 19 [ -- Introductory piping, ] -- A microwave transmitter, 20 -- Passage, 21 -- Passage, 22 23 [ -- Temperature controller, ] -- Introductory piping, 24 -- Blowdown piping, 25 -- Blowdown piping, 26 27 [ -- A bulb, 31 / -- Helium installation tubing, ] -- An exhaust port, 28 -- Attraction opening, 29 -- A bulb, 30 32 [ -- Aluminum electrode, ] -- A clamp, 33 -- Covering, 34 -- The base, 35 36 [ -- Bulb opening regulatory mechanism, ] -- A fluorescence thermometer, 37 -- A fluorescence thermometer, 38 -- An arithmetic circuit, 39 40 [ -- An exhaust pipe, 44 / -- Introductory piping, 45 / -- Blowdown piping, 46 / -- A bulb, 47 / -- A bulb, 48 / -- An aluminum electrode, 49 / -- A dielectric film, 50 / -- DC power supply, 51 / -- A gas slot, 52 / -- Front face of a dielectric film. ] -- A temperature controller, 41 -- A temperature controller, 42 -- Introductory piping, 43

---

[Translation done.]

\* NOTICES \*

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

## DETAILED DESCRIPTION

---

### [Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention belongs to the manufacturing technology of a semi-conductor. It is related with the stage which performs temperature control of a wafer in semiconductor fabrication machines and equipment especially at the time of processing of a wafer.

[0002]

[Description of the Prior Art] Detailed-izing of a circuit pattern is being enhanced with high integration of a semiconductor device in recent years, and the processing dimensional accuracy demanded is becoming still severer. In such a situation, the temperature \*\*\*\*\* of the wafer under processing becomes very important. For example, although the process which etches while protecting a side attachment wall by the organic polymer is realized in order to realize anisotropic etching in the etching process as which a high aspect ratio is required, the generation of an organic polymer used as a protective coat changes with temperature. Therefore, the problem that an etching configuration also becomes [ a side-attachment-wall protective coat ] inadequate [ the temperature control of the wafer under processing ] with an ununiformity in a wafer side as a result of [ its ] dispersion is caused.

[0003] As an approach of coping with the temperature control of the wafer under such processing, it is indicated by JP,9-298192,A, for example. In this example of disclosure, when etching the ingredient with which the vapor pressure of a reactant living thing differs in etching processing, or when different etching conditions like just etching and over etching are required, the method of changing the laying temperature of a wafer is indicated. The refrigerant poured inside a sample base is made into a liquefied gas or a gas as that approach, and the approach of performing with sufficient responsibility is indicated by adjusting temperature control with the flow regulation means formed in piping from which two or more paths which prepared the flow rate of this refrigerant in the upstream of a sample base differ.

[0004]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, although this approach is an approach effective in controlling the temperature of the wafer under processing with sufficient responsibility, the temperature distribution within the wafer side under processing cannot be set as arbitration, for example, temperature distribution which said the temperature near a wafer core more highly than the temperature near a wafer periphery then cannot be realized.

[0005] Such a demand is generated when the resultant generated for example, by etching processing carries out the reattachment to a processing side. That is, although a resultant becomes the cause of carrying out the reattachment to a processing side and reducing an etching rate to it, this resultant will tend to become more distribution near a wafer center than near a wafer periphery, compared with near a periphery, an etching rate is low and an etching configuration will vary near a result wafer center in a wafer side.

[0006] As an approach of improving this, it is making temperature near a wafer core higher than near a periphery, and the method of stopping the reattachment to the etching side of a reactant living thing is effective.

[0007] Moreover, although the plasma may etch the resultant adhering to the wall of a vacuum chamber, or the wall of a vacuum chamber and the generated resultant may carry out the reattachment to the etching side of a wafer in plasma etching, a wafer stage and the field where a reactant living thing tends to be attached according to the physical relationship of a vacuum chamber may change in this case. In order that such a problem may realize uniform etching with diameter[ of macrostomia ]-izing of a wafer in recent years especially, the basis which becomes still more important is expected.

[0008] The first object of this invention is that temperature-distribution control of the wafer under processing offers a possible wafer stage with sufficient responsibility.

[0009] Moreover, the second object of this invention is offering the wafer stage which temperature-distribution control of the wafer under processing can perform with a sufficient precision.

[0010] Furthermore, the third object of this invention is offering the wafer stage which can perform temperature-distribution control of the wafer under processing efficiently also in a vacuum.

[0011] Moreover, the fourth object of this invention is offering the wafer processor equipped with the good wafer stage of the temperature control nature of the wafer under processing.

[0012]

[Means for Solving the Problem] The first object of the above can prepare the passage for two or more refrigerants which became independent inside the wafer stage loading the wafer under processing, and can attain it by [ which these-became

independent ] connecting piping through the bulb which can adjust the flow rate of a refrigerant for every passage, adjusting the opening of a bulb, and adjusting the flow rate of a refrigerant.

[0013] The second object of the above measures the temperature of the wafer under processing, or the temperature of a wafer stage, and can attain it by carrying out feedback control so that the opening of the bulb prepared in piping based on the measurement result of this temperature may be adjusted and the flow rate of a refrigerant may be adjusted.

[0014] The third object of the above can be attained by introducing gaseous helium into the rear face of the wafer under processing. Moreover, a dielectric film is prepared in the front face of a wafer stage, the potential difference is given between this dielectric film and a wafer, and if it is made the configuration which fixes a wafer by the electrostatic force of the charge stored in the meantime, it can attain more efficiently. Moreover, since gaseous helium can spread round the front face of a wafer rear face efficiently if the introductory slot on the gaseous helium is established in the front face of a wafer stage, it can attain more efficiently.

[0015] The fourth object of the above can be attained by considering the temperature distribution within the wafer side under processing as the configuration equipped with the controllable wafer stage in the processor of a wafer.

[0016]

[Embodiment of the Invention] Hereafter, one example of this invention is explained according to a drawing.

[0017] The first example of this invention is shown in 3 from drawing 1. Drawing where drawing 1 looked at the cross-sectional view of the first example of this invention, and drawing 2 looked at the aluminum electrode of the first example from the rear face, and drawing 3 are the examples which applied the wafer stage of the first example of this invention to owner magnetic field microwave plasma treatment equipment.

[0018] First, drawing 3 is used and the example of application of the first example is explained. A quartz tube 14 is installed in the atmospheric-air space 3, in the vacuum processing room 1 constituted by this, the wafer stage 8 is arranged and a wafer 9 is fixed. First, raw gas 13 is introduced in the vacuum processing room 1, and it maintains at a fixed pressure. Although processing (here etching processing) is performed by raw gas's being in the plasma state 7 by the interaction of the microwave 5 which occurs with the microwave transmitter 19 and is introduced through a waveguide 4, and the coil 6 attached in the surroundings of the microwave resonance box 2, and exposing a wafer to this plasma, especially the incidence of ion is controlled and RF generator 10 connected through the capacitor 18 controls an etching condition. 15 expresses excessive raw gas and exhaust air of a resultant, and is connected to the vacuum pump (not shown here).

[0019] Then, explanation of the wafer stage which is the description of this invention is performed using drawing 1 and 2. As mentioned above, since the wafer under processing receives the incidence of an electron or ion from the plasma and is heated, in order to realize uniform etching, it needs to control the temperature of a wafer. For the object, a refrigerant is poured inside a wafer stage and it cools, and in order to receive a wafer rear face the heat transfer between a wafer and an aluminum stage, it has structure which introduces the gas of helium.

[0020] First, the wafer stage 8 has the structure where it was screw 17 \*\* carried out of the aluminum electrode 16 through O ring 12 on the base 11. The passage 20 and 21 for the aluminum electrode 16 to pour a refrigerant inside is dug. This passage has two lines which the passage 20 for cooling near the center of an aluminum electrode and the passage 21 which cools near the periphery of an aluminum electrode became independent of. Although the introductory piping 22 and 23 and the blowdown piping 24 and 25 of a refrigerant are connected to each passage, these piping joins piping of one and is connected to the exhaust port 27 and the attraction opening 28 of one set of a temperature controller 26 which adjust the temperature of the refrigerant grounded outside.

[0021] Moreover, the bulbs 29 and 30 for adjusting a flow rate are formed in the blowdown piping 24 and 25. By adjusting the opening of this bulb, the flow rate of the refrigerant which flows to each passage can be adjusted, and the temperature distribution of the wafer under processing can be adjusted.

[0022] That is, since the transport capacity of the heat which carried out incidence to the wafer differs in a wafer stage side, temperature will change near a center and near a periphery a wafer.

[0023] Moreover, it has the helium installation tubing 31 near the core of a wafer stage so that helium can be introduced, where a flow rate is controlled from the exterior.

[0024] Thereby, the heat which carried out incidence to the wafer can be efficiently told to a wafer stage. However, four clamps 32 which press down the wafer periphery section mechanically so that a wafer may not slip down with the pressure of gaseous helium during processing are formed in the periphery. 33 is covering made from SERAMIKUKKUSU for performing rough positioning of a wafer at the same time it prevents that a wafer stage is exposed to the direct plasma.

[0025] If the opening of the bulbs 29 and 30 which made such a configuration, loaded the wafer on the wafer stage, and processed, for example, were prepared in blowdown piping is made the same, it will become the flow rate identitas of the refrigerant poured to each passage, and the wafer under processing will serve as almost uniform temperature distribution. However, since the refrigeration capacity of the heat which carried out incidence near the center of a wafer will become low compared with the refrigeration capacity of the heat which carried out incidence near the periphery of a wafer if the opening of the bulb 29 of the blowdown piping 24 connected, for example near the center of a wafer stage is extracted and the flow rate of a refrigerant is reduced, temperature serves as high distribution near the center of a wafer. Such temperature distribution especially act effectively, when there are many resultants generated by etching near a wafer center.

[0026] That is, although a resultant becomes the cause of carrying out the reattachment to a processing side and reducing an etching rate to it, it is because it is hard coming to carry out the reattachment because this resultant makes temperature near a wafer core higher than near a periphery.

[0027] Thus, the passage of the refrigerant which became independent inside the wafer stage loading the wafer under processing can be prepared, and configuration which adjusts from the opening of a bulb which prepared the flow rate of the refrigerant which flows the inside of this passage in refrigerant piping, and controls the temperature distribution within a wafer side, then temperature-distribution control of the wafer under processing can be performed.

[0028] Moreover, since temperature distribution can be controlled by adjusting only the flow rate of a refrigerant, without changing temperature setting out of the temperature controller of a refrigerant, the temperature-distribution control with dramatically sufficient responsibility is attained. Furthermore, the temperature distribution of a wafer are controllable by opening accommodation of the bulb prepared in piping of a refrigerant, and since it is not necessary to form a temperature controller for two or more independent refrigerant passage of every and one set of a temperature controller can perform temperature-distribution control, cost can be held down low.

[0029] The second example of this invention is shown in drawing 4. In the this 1 example, the fluorescence thermometers 36 and 37 which penetrate the base 34 and the aluminum electrode 35 and measure the temperature on the rear face of a wafer are formed in two places, near a wafer center and near a wafer periphery. The temperature of the wafer under processing is measured with this fluorescence thermometer, calculates the suitable opening of the bulbs 29 and 30 prepared in the blowdown piping 24 and 25 by the arithmetic circuit 38, and carries out feedback control for the bulb opening device 39. Under the present circumstances, temperature distribution required in order to realize a desired processing configuration should just grasp beforehand the temperature distribution at the time of processing a wafer with the equipment which applies the wafer stage of this example, and the correlation of a processing configuration by experiment etc.

[0030] Thus, on the constituted wafer stage, since it is possible with very sufficient responsibility, without changing temperature setting out of the temperature controller of a refrigerant for temperature-distribution control of the wafer under processing and also the temperature distribution of the wafer under processing can be kept the optimal, repeatability can perform good temperature control with a high precision dramatically.

[0031] Although measured directly in the this 1 example with the fluorescence thermometer which penetrated and prepared the base and an aluminum electrode in measuring the temperature distribution of a wafer, this invention is not necessarily restricted to this, may embed a thermocouple all over an aluminum electrode base material and the base, may measure temperature, and may measure the temperature of the return end of a refrigerant with a thermocouple etc. What is necessary is just to grasp the correlation of the temperature of point of measurement, and the temperature distribution of the wafer under processing as having mentioned above in advance also by these cases.

[0032] The third example of this invention is shown in drawing 5. In the this 1 example, it is considering as the configuration which connected the temperature controllers 40 and 41 of two passage 20 where it became independent in the aluminum electrode unlike the first and the second example, and 1 per 21. That is, a refrigerant is slushed into the passage 21 near the periphery of the aluminum electrode 16 through the introductory piping 42 from a temperature controller 40, and a refrigerant is discharged through the blowdown piping 43.

[0033] Moreover, a refrigerant is slushed into the passage 20 near the center of the aluminum electrode 16 through the introductory piping 44 from a temperature controller 41, and a refrigerant is discharged through the blowdown piping 45. The flow rate of the refrigerant which flows each passage adjusts the opening of bulbs 46 and 47, and performs it. What is necessary is just to set up the temperature of the refrigerant which flows out of two sets of temperature controllers, respectively so that the temperature distribution of a wafer may become a desired thing.

[0034] Moreover, temperature distribution can be changed with sufficient responsibility by adjusting the flow rate of a refrigerant for temperature distribution by bulb actuation like [ when modification is required ] the second example, as a result of carrying out the monitor of the temperature of the wafer under processing.

[0035] Therefore, responsibility is good and, moreover, the temperature distribution within a wafer side can be controlled by the wafer stage constituted in this way from immediately after processing initiation. Moreover, even if it is a case so that the heat input to a wafer may not be so large, the temperature distribution within a wafer side can be enlarged.

[0036] The fourth example of this invention is shown in drawing 6. In the this 1 example, the mixture of an alumina (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) and a titania (TiO<sub>2</sub>) is attached to the front face of the aluminum electrode 48 as a dielectric film 49 by thermal spraying under a reduced pressure ambient atmosphere, and the function of electrostatic adsorption is given. Surface roughness makes the front face 52 of a dielectric film center line average granularity, and it is ground by about 1 micrometer, and it connects with external DC power supply 50, and the base 11 can impress direct current voltage. Since the aluminum electrode 48 is electrically connected with the base 11, if direct current voltage is impressed to an aluminum electrode in the condition of having loaded the wafer 9 on the front face of a dielectric film 49, and having exposed to the plasma 7, a charge can charge to a dielectric film and adsorption immobilization of the wafer can be carried out according to electrostatic force.

[0037] Therefore, even when introducing the helium coolant gas for improving heat transfer between a wafer and a dielectric film, the need of the MENANI calc lamp which a foreign matter is generated from the contact surface with a wafer, and causes [ of semi-conductor manufacture ] yield lowering is lost.

[0038] Moreover, since camber is corrected, a wafer is fixed, even if it is a case as camber is in a wafer, for example if an electrostatic adsorber is used for immobilization of a wafer like this 1 example and thermal contact at the wafer rear face effective in detailed processing becomes firm, there is an advantage that cooling effectiveness improves.

[0039] Therefore, on the wafer stage constituted in this way, more detailed processing besides effectiveness expectable in the third example from the first example is realizable, and also it is not necessary to prepare a mechanical clamp etc. in the front-face side of a wafer whose cooling effectiveness of the wafer under processing improves, and the effectiveness that

contamination by the foreign matter can be suppressed can be expected.

[0040] Moreover, although the mixture of an alumina and a titania was formed in the front face of an aluminum electrode by thermal spraying in the this 1 example, it not necessarily comes out so, and there is nothing, and as long as a certain need is an ingredient with a dielectric, it may be other ingredients and may fix the sintered compact of the ceramics with adhesives etc.

[0041] Moreover, although the electrostatic adsorber of this 1 example was considered as the configuration of the so-called electrostatic adsorber of the acyclic type which impresses the polar electrical potential difference of plus or one of minus to a dielectric film, it is good also as the so-called configuration of the bipolar type which impresses the polar electrical potential difference of plus and minus to a dielectric film, and adsorbs a wafer. In this case, although the structure of an electrostatic adsorber becomes complicated, since adsorption immobilization can be carried out to arbitration even if the plasma etc. does not have an another means to impress potential to a wafer, the effectiveness that user-friendliness is improved is expectable, for example.

[0042] The fifth example of this invention is shown in drawing 7 . In the this 1 example, it is considering as the configuration which has arranged the gas slot 51 for slushing helium into the front face of the dielectric film of the 4th example efficiently in the shape of a concentric circle. Thus, if it is the configuration which prepared the gas slot, since the gaseous helium introduced from the gas inlet will spread to near a periphery uniformly, the whole wafer rear face can be cooled more efficiently.

[0043] Moreover, the adsorption part of refrigeration capacity is stronger, and if this is used, more efficient temperature distribution are realizable [ the amount of gas slot ] in the part to which it sticks actually, and the part of a gas slot, since refrigeration capacity changes with gas tooth depths in a wafer side.

[0044] Since the wafer stage of this invention can control the temperature distribution of the wafer under processing with sufficient responsibility above, the wafer processor carrying this equipment can offer equipment with dramatically sufficient temperature control nature.

[0045]

[Effect of the Invention] It becomes possible to control the temperature distribution of the wafer under processing as mentioned above by [ which prepared the passage for two or more refrigerants which became independent inside the wafer stage which loads the wafer under processing according to this invention, and these-became independent ] connecting piping through the bulb which can adjust the flow rate of a refrigerant for every passage, adjusting the opening of a bulb, and adjusting the flow rate of a refrigerant. Moreover, since feedback control is carried out so that the temperature of the wafer under processing or the temperature of a wafer stage may be measured, the opening of the bulb prepared in piping based on the measurement result of this temperature may be adjusted and the flow rate of a refrigerant may be adjusted, the very good wafer stage of the temperature control nature of the wafer under processing can be offered. furthermore, the configuration which introduces gaseous helium into the rear face of the wafer under processing -- then -- more -- effective -- the temperature control of a wafer -- \*\*\*\*\* -- the wafer stage which can do things can be offered, and if a gas slot is prepared in order to spread gaseous helium over a wafer rear face uniformly, improvement in the cooling engine performance is expectable. Moreover, a dielectric film is prepared in the front face of a wafer stage, the potential difference is given between this dielectric film and a wafer, clamping [ which suppresses the processing side of a wafer mechanically ] becomes unnecessary can control the temperature distribution of a wafer more efficiently if it is made the configuration which fixes a wafer by the electrostatic force of the charge stored in the meantime, and also ], and contamination by generating of a foreign matter can be prevented. Furthermore, if the wafer stage of this invention is applied to a processor, the equipment which was excellent in the temperature control nature of the wafer under processing can be offered.

---

[Translation done.]

PAT-NO: JP02000216140A

DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 2000216140 A

TITLE: WAFER STAGE AND WAFER TREATING APPARATUS

PUBN-DATE: August 4, 2000

INVENTOR-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
SUGANO, SEIICHIRO	N/A
USUI, TAKETO	N/A
KANAI, SABURO	N/A

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
HITACHI LTD	N/A

APPL-NO: JP11011473

APPL-DATE: January 20, 1999

INT-CL (IPC): H01L021/3065, B23Q003/15, G05D023/00, H01L021/68

ABSTRACT:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a wafer stage which controls the temp. distribution over a wafer being treated as desired at a high response performance.

SOLUTION: In a wafer stage mounting a wafer 9 being treated, a plurality of independent refrigerant passages 20, 21 are provided, pipings 22-25 are connected to the passages 20, 21 through valves 29, 30 capable of adjusting the flow rate of a refrigerant every passage, and the opening degrees of the valves 29, 30 are adjusted to adjust the flow rates of the refrigerant. Thus, the temp. distribution of the wafer 9 being treated can be controlled by adjusting

only the opening degrees of the valves 29, 30 connected to the pipings 24, 25 and hence the temp. can be controlled at a high response performance and a low cost.

COPYRIGHT: (C)2000,JPO

Sugano et al

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2000-216140

(P2000-216140A)

(43)公開日 平成12年8月4日 (2000.8.4)

(51)IntCL<sup>7</sup>  
H 01 L 21/3065  
B 23 Q 3/15  
G 05 D 23/00  
H 01 L 21/68

識別記号

F I  
H 01 L 21/302  
B 23 Q 3/15  
G 05 D 23/00  
H 01 L 21/68

テマコード(参考)  
B 3 C 0 1 6  
D 5 F 0 0 4  
D 5 F 0 3 1  
N 5 H 3 2 3

審査請求 未請求 請求項の数8 OL (全 7 頁)

(21)出願番号

特願平11-11473

(22)出願日

平成11年1月20日 (1999.1.20)

(71)出願人 000005108

株式会社日立製作所  
東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(72)発明者 曙野 誠一郎

茨城県土浦市神立町502番地 株式会社日  
立製作所機械研究所内

(72)発明者 白井 建人

茨城県土浦市神立町502番地 株式会社日  
立製作所機械研究所内

(74)代理人 100068504

弁理士 小川 勝男

最終頁に続く

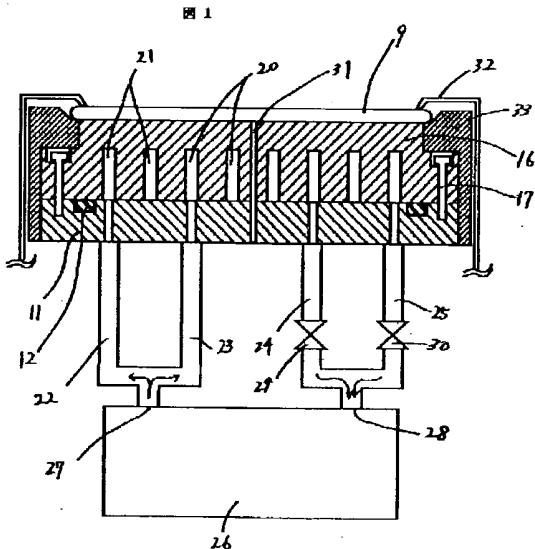
(54)【発明の名称】 ウエハステージおよびウエハ処理装置

(57)【要約】

【課題】処理中のウエハの温度分布を任意に応答性よく制御するウエハステージを提供する。

【解決手段】処理中のウエハ9を積載するウエハステージ8内部に独立した複数個の冷媒用の流路を設け、これら独立した流路毎に冷媒の流量を調節可能なバルブを介して配管を接続し、バルブの開度を調節し冷媒の流量を調節することにより達成することができる。

【効果】処理中のウエハの温度分布制御を冷媒の排出側の配管に接続したバルブの開度調整のみでおこなうことができるので、非常に応答性よくまた低成本で温度制御することができる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】半導体ウエハを積載し、該半導体ウエハに処理を施すウエハステージにおいて、前記ウエハステージ内部には独立した複数個の冷媒用の流路を設け、該複数個の流路毎には冷媒を導入するための導入配管と冷媒を排出するための排出配管を設け、該導入配管と排出配管のいずれか一方またはその両方には開度調節により冷媒の流量を制御可能なバルブを介して前記冷媒の温度制御用の温調機に接続し、前記バルブの開度を調節することにより前記冷媒の流量を調節することにより処理中のウエハの温度制御を行うことを特徴とするウエハステージ。

【請求項2】請求項1に記載のウエハステージにおいて、前記バルブの開度調節は前記ウエハステージの温度または処理中のウエハの温度を測定した結果をもとにフィードバック制御することを特徴とするウエハステージ。

【請求項3】請求項1および請求項2に記載のウエハステージにおいて、独立した前記流路に接続された前記導入配管中を流れる冷媒の温度は同一であることを特徴とするウエハステージ。

【請求項4】請求項1および請求項2に記載のウエハステージにおいて、独立した前記流路に接続された前記導入配管中を流れる冷媒の温度を前記導入配管毎に異なる温度に設定することを特徴とするウエハステージ。

【請求項5】請求項1から4に記載のウエハステージにおいて、該ウエハステージの表面には誘電体膜を設け、該誘電体膜とウエハの間に電位差を与え、前記誘電膜と前記ウエハ間に蓄えられた電荷の静電気力により前記ウエハを固定することを特徴とするウエハステージ。

【請求項6】請求項1から5に記載のウエハステージにおいて、ウエハ裏面に伝熱性のガスを導入することを特徴とするウエハステージ。

【請求項7】請求項1から6に記載のウエハステージにおいて、ウエハを積載するステージの表面には冷却ガス用のガス溝を設けたことを特徴とするウエハステージ。

【請求項8】請求項1から請求項7に記載のウエハステージを備え、該ウエハステージ上に積載したウエハの温度を制御しつつ処理を施すことを特徴とするウエハ処理装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は半導体の製造技術に属する。特に、半導体製造装置内においてウエハの処理時にウエハの温度制御を行うステージに関する。

## 【0002】

【従来の技術】近年の半導体素子の高集積化にともない回路パターンは微細化の一途をたどっており、要求される加工寸法精度はますます厳しくなってきている。このような状況では、処理中のウエハの温度性御性が非常に

重要になってくる。例えば、高いアスペクト比が要求されるエッチングプロセスにおいては異方性エッチングを実現するために側壁を有機ポリマで保護しながらエッチングを行うプロセスが実現されているが、保護膜となる有機ポリマの生成は温度により変化する。したがって処理中のウエハの温度制御が不十分であると側壁保護膜がウエハ面内ではらつき、その結果エッチング形状も不均一となるという問題を引き起こす。

【0003】このような処理中のウエハの温度制御に対処する方法としては、例えば特開平9-298192号公報に開示されている。この開示例では、エッチング処理において例えば反応性生物の蒸気圧の異なる材料をエッチングする場合や、ジャストエッチングとオーバーエッチングのように異なるエッチング条件が要求される場合に、ウエハの設定温度を変える方法が開示されている。その方法としては、試料台内部に流す冷媒を液化ガスまたは気体とし、温度制御はこの冷媒の流量を、試料台の上流に設けた複数の径の異なる配管に設けた流量調節手段により調節することにより応答性よく行う方法が開示されている。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、この方法は処理中のウエハの温度を応答性よく制御するのには有効な方法であるが、処理中のウエハ面内の温度分布を任意に設定することはできず、例えばウエハ中心付近の温度をウエハ外周付近の温度よりも高くするといったような温度分布を実現することはできない。

【0005】このような要求は、例えばエッチング処理により発生する反応生成物が処理面に再付着するような場合に発生する。つまり、反応生成物は処理面に再付着しエッチングレートを低下させる原因となるが、この反応生成物はウエハ外周付近よりもウエハ中央付近で多い分布となりやすく、結果ウエハ中央付近では外周付近に比べてエッチングレートが低くエッチング形状がウエハ面内ではらついてしまう。

【0006】これを改善する方法としては、ウエハ中心付近の温度を外周付近よりも高くすることで、反応性生物のエッチング面への再付着を抑える方法が有効である。

【0007】また、プラズマエッチングではプラズマが真空チャンバの壁や真空チャンバの壁に付着した反応生成物をエッチングし、発生した反応生成物がウエハのエッチング面に再付着する場合があるが、この場合はウエハステージと真空チャンバの位置関係によって反応性生物の付きやすい領域が変化する場合もある。このような問題は、特に近年のウエハの大口径化にともない、均一なエッチングを実現するためにはますます重要になってくるものと予想される。

【0008】本発明の第一の目的は、処理中のウエハの温度分布制御が応答性よく可能なウエハステージを提供

することである。

【0009】また、本発明の第二の目的は処理中のウエハの温度分布制御が精度よく行えるウエハステージを提供することである。

【0010】さらに、本発明の第三の目的は、真空中でも処理中のウエハの温度分布制御が効率的に行えるウエハステージを提供することである。

【0011】また、本発明の第四の目的は処理中のウエハの温度制御性の良いウエハステージを備えたウエハ処理装置を提供することである。

【0012】

【課題を解決するための手段】上記第一の目的は、処理中のウエハを積載するウエハステージ内部に独立した複数個の冷媒用の流路を設け、これら独立した流路毎に冷媒の流量を調節可能なバルブを介して配管を接続し、バルブの開度を調節し冷媒の流量を調節することにより達成することができる。

【0013】上記第二の目的は、処理中のウエハの温度もしくはウエハステージの温度を測定し、この温度の測定結果をもとに配管に設けたバルブの開度を調節して冷媒の流量を調節するようにフィードバック制御することにより達成できる。

【0014】上記第三の目的は、処理中のウエハの裏面にヘリウムガスを導入することにより達成できる。また、ウエハステージの表面に誘電膜を設け、この誘電膜とウエハの間に電位差を与え、この間に蓄えられた電荷の静電気力でウエハを固定する構成にすればより効率よく達成できる。また、ウエハステージの表面にヘリウムガスの導入溝を設ければヘリウムガスがウエハ裏面前面に効率よく行き渡ることができるのでより効率よく達成できる。

【0015】上記第四の目的は、ウエハの処理装置において処理中のウエハ面内の温度分布を制御可能なウエハステージを備えた構成とすることにより達成できる。

【0016】

【発明の実施の形態】以下、本発明の一実施例を図面にしたがって説明する。

【0017】図1から3に本発明の第一の実施例を示す。図1は本発明の第一の実施例の横断面図、図2は第一の実施例のアルミ電極を裏面から見た図、図3は本発明の第一の実施例のウエハステージを有磁場マイクロ波プラズマ処理装置に適用した例である。

【0018】まずははじめに、図3を用いて第一の実施例の適用例を説明する。大気空間3内に石英管14を設置し、これにより構成される真空処理室1内にウエハステージ8を配置してウエハ9を固定する。まず、真空処理室1内に処理ガス13を導入し、一定の圧力に保つ。処理ガスは、マイクロ波発信器19で発生し導波管4を通って導入されるマイクロ波5とマイクロ波共鳴箱2の周りに取り付けられたコイル6の相互作用によりプラズマ状態7と

なり、このプラズマにウエハがさらされることにより処理(ここではエッチング処理)が行われるが、特にイオンの入射を制御してエッチング状態を制御するのがコンデンサ18を介して接続された高周波電源10である。15は、余分な処理ガス、及び反応生成物の排気を表しており、真空ポンプに接続されている(ここには図示しない)。

【0019】続いて、本発明の特徴であるウエハステージの説明を図1、2を用いておこなう。上述したように10処理中のウエハはプラズマから電子やイオンの入射を受け加熱されるため、均一なエッチングを実現するためにはウエハの温度を制御する必要がある。その目的で、ウエハステージ内部には冷媒を流して冷却し、ウエハ裏面にはウエハとアルミステージ間の伝熱をよくするためにヘリウムのガスを導入する構造となっている。

【0020】まず、ウエハステージ8はベース11上に0リング12を介してアルミ電極16がネジ17とめされた構造となっている。アルミ電極16は、内部に冷媒を流すための流路20、21が掘られている。この流路20はアルミ電極の中央付近を冷却するための流路20と、アルミ電極の外周付近を冷却する流路21の独立した2系統を有している。それぞれの流路には冷媒の導入配管22、23、及び排出配管24、25が接続してあるが、これらの配管は外部に接地した冷媒の温度を調節する一台の温調機26の排出口27と吸引口28に一本の配管に合流して接続されている。

【0021】また、排出配管24、25には流量を調節するためのバルブ29、30が設けてある。このバルブの開度を調節することにより各流路に流れる冷媒の流量を調節し、処理中のウエハの温度分布を調節することができる。

【0022】つまり、ウエハに入射した熱の輸送能力がウエハステージ面内で異なるため、ウエハの中央付近と外周付近で温度が変化することになるのである。

【0023】また、ウエハステージの中心付近には外部から流量を制御した状態でヘリウムを導入可能なようにヘリウム導入管31を備えている。

【0024】これにより、ウエハに入射した熱を効率よくウエハステージに伝えることができる。ただし、処理中にヘリウムガスの圧力によりウエハがずれ落ちたりしないようにウエハ外周部を機械的に押さえるクランプ32が外周に4個設けてある。33はウエハステージが直接プラズマにさらされることを防止すると同時に、ウエハの大まかな位置決めを行うためのセラミック製のカバーである。

【0025】このような構成にし、ウエハステージ上にウエハを積載し処理を行い、例えば排出配管に設けたバルブ29、30の開度を同一にすると、各流路に流す冷媒の流量同一となり処理中のウエハはほぼ均一な温度分布となる。しかし、例えばウエハステージの中央付近に

接続された排出配管24のバルブ29の開度をしづり、冷媒の流量を減らすとウエハの中央付近に入射した熱の冷却能力がウエハの外周付近に入射した熱の冷却能力に比べて低くなるためにウエハの中央付近で温度が高い分布となる。このような温度分布は特に、エッティングにより発生する反応生成物がウエハ中央付近で多い場合に効果的に作用する。

【0026】つまり、反応生成物は処理面に再付着しエッティングレートを低下させる原因となるが、この反応生成物がウエハ中心付近の温度を外周付近よりも高くすることで再付着しにくくなるためである。

【0027】このように、処理中のウエハを積載するウエハステージ内部に独立した冷媒の流路をもうけ、この流路中を流れる冷媒の流量を冷媒配管に設けたバルブの開度より調節しウエハ面内の温度分布を制御する構成とすれば、処理中のウエハの温度分布制御をおこなうことができる。

【0028】また、冷媒の温調機の温度設定を変えることなく冷媒の流量のみを調節することにより温度分布を制御することができるので非常に応答性の良い温度分布制御が可能となる。さらに、冷媒の配管に設けたバルブの開度調節によりウエハの温度分布を制御することができ、独立した複数の冷媒流路毎に温調機を設ける必要がなく一台の温調機で温度分布制御がおこなえるのでコストを低く抑えることができる。

【0029】図4に本発明の第二の実施例を示す。本一実施例ではベース34とアルミ電極35を貫通してウエハ裏面の温度を測定する蛍光温度計36、37を、ウエハ中央付近とウエハ外周付近の二箇所に設けている。処理中のウエハの温度はこの蛍光温度計で測定し、演算回路38により排出配管24、25に設けられたバルブ29、30の適切な開度を計算しバルブ開度機構39をフィードバック制御をする。この際、所望の加工形状を実現するために必要な温度分布は、本実施例のウエハステージを適用する装置でウエハを加工した際の温度分布と加工形状の相関関係をあらかじめ実験等により把握しておけばよい。

【0030】このように構成されたウエハステージでは、処理中のウエハの温度分布制御を冷媒の温調機の温度設定を変えることなく非常に応答性良く可能であるほか、処理中のウエハの温度分布を最適に保つことができるため、非常に再現性がよく精度の高い温度制御をおこなうことができる。

【0031】本一実施例では、ウエハの温度分布を測定するのにベースとアルミ電極を貫通して設けた蛍光温度計により直接測定したが、本発明は必ずしもこれに限るわけではなく、アルミ電極母材中やベース中に熱電対を埋め込み温度を測定してもよいし、冷媒の戻り側の温度を熱電対などにより測定してもよい。これらの場合でも、前述したように測定点の温度と処理中のウエハの温

度分布の相関関係を事前に把握しておけばよいのである。

【0032】図5には本発明の第三の実施例を示す。本一実施例では第一及び第二の実施例とは異なりアルミ電極内の独立した二箇の流路20、21毎に一台の温調機40、41を接続した構成としている。つまり、アルミ電極16の外周付近の流路21には温調機40から導入配管42を通して冷媒を流し込み、排出配管43を通して冷媒を排出する。

【0033】また、アルミ電極16の中央付近の流路20には温調機41から導入配管44を通して冷媒を流し込み、排出配管45を通して冷媒を排出する。各流路を流れる冷媒の流量はバルブ46、47の開度を調節しておこなう。二台の温調機から流れ出る冷媒の温度はそれぞれウエハの温度分布が所望のものになるように設定しておけばよい。

【0034】また、処理中のウエハの温度をモニタした結果温度分布を変更が必要な場合には第二の実施例と同様にバルブ操作により冷媒の流量を調節することにより応答性よく温度分布を変更することができる。

【0035】したがって、このように構成されたウエハステージではウエハ面内の温度分布を応答性よく、しかも処理開始直後から制御することができる。また、ウエハへの入熱があまり大きくないうな場合であってもウエハ面内の温度分布を大きくすることができる。

【0036】図6に本発明の第四の実施例を示す。本一実施例ではアルミ電極48の表面にアルミナ(Ai2O3)とチタニア(TiO2)の混合物を減圧雰囲気下で溶射により誘電膜49として付け、静電吸着の機能を持たせている。誘電膜の表面52は表面粗さが中心線平均粗さにして約1μmに研磨されており、ベース11は外部の直流電源50に接続され直流電圧を印加することができる。アルミ電極48は電気的にベース11と接続しているので、誘電膜49の表面上にウエハ9を積載しプラズマ7にさらした状態でアルミ電極に直流電圧を印加すると誘電膜に電荷がチャージしウエハを静電気力により吸着固定することができる。

【0037】したがって、ウエハと誘電膜間の熱伝達を改善するためのヘリウム冷却ガスを導入するような場合でも、ウエハとの接触面から異物が発生し半導体製造の歩留まり低下の原因となるメナニカルクランプは必要がなくなる。

【0038】また、本一実施例のようにウエハの固定に静電吸着装置を用いると、例えばウエハにそりがあるような場合であってもそりを矯正してウエハを固定するので微細な加工に有効である、ウエハ裏面との熱的接觸が強固になるので冷却効率が向上するといった利点がある。

【0039】したがって、このように構成されたウエハステージでは第一の実施例から第三の実施例で期待でき

る効果のほか、より微細な加工が実現できるほか、処理中のウエハの冷却効率が向上する、ウエハの表面側にメカニカルなクランプなどを設ける必要がなく異物による汚染を抑えることができるといった効果が期待できる。

【0040】また、本一実施例ではアルミ電極の表面にアルミナとチタニアの混合物を溶射により形成したが、必ずしもそうである必要はなく、誘電性のある材料であればその他の材料であってもよいし、セラミックスの焼結体を接着剤等により固定したものであってもよい。

【0041】また、本一実施例の静電吸着装置は誘電膜に対しプラスまたはマイナスいずれかの極性の電圧を印加するいわゆる単極型の静電吸着装置の構成としたが、誘電膜にプラスとマイナスの極性の電圧を印加してウエハを吸着するいわゆる双極型の構成としてもよい。この場合、静電吸着装置の構造は複雑になるが、例えばプラズマ等、ウエハに電位を印加する別の手段がなくとも任意に吸着固定することができるので使い勝手が改善されるといった効果が期待できる。

【0042】図7に本発明の第五の実施例を示す。本一実施例では第4の実施例の誘電膜の表面にヘリウムを効率よく流し込むためのガス溝51を同心円状に配置した構成としている。このようにガス溝を設けた構成とすると、ガス導入口から導入されたヘリウムガスが均等に外周付近まで行き渡るのでウエハ裏面全体をより効率的に冷却することができる。

【0043】また、実際に吸着する部分とガス溝の部分では吸着部分の方が冷却能力は強く、またガス溝部分もガス溝の深さにより冷却能力が異なるので、このことを利用すればウエハ面内でより効率的な温度分布を実現することができる。

【0044】以上本発明のウエハステージは処理中のウエハの温度分布を応答性よく制御することができるので、本装置を搭載したウエハ処理装置は非常に温度制御性の良い装置を提供することができる。

【0045】

【発明の効果】以上のように本発明によれば、処理中のウエハを積載するウエハステージ内部に独立した複数個の冷媒用の流路を設け、これら独立した流路毎に冷媒の流量を調節可能なバルブを介して配管を接続し、バルブの開度を調節し冷媒の流量を調節することにより処理中のウエハの温度分布を制御することが可能になる。また、処理中のウエハの温度もしくはウエハステージの温度を測定し、この温度の測定結果をもとに配管に設けたバルブの開度を調節して冷媒の流量を調節するようにフ

ィードバック制御するので、処理中のウエハの温度制御性の非常に良いウエハステージを提供することができるので、さらに、処理中のウエハの裏面にヘリウムガスを導入する構成とすればより効果的にウエハの温度制御をこなすことができるウエハステージを提供でき、ヘリウムガスをウエハ裏面に均等に行き渡らせるためガス溝を設ければ冷却性能の向上が期待できる。また、ウエハステージの表面に誘電膜を設け、この誘電膜とウエハの間に電位差を与える、この間に蓄えられた電荷の静電気力でウエハを固定する構成にすればより効率よくウエハの温度分布が制御できるほか、ウエハの処理面を機械的に抑えるクランプ等が不要となり異物の発生による汚染を防止することができる。さらに、本発明のウエハステージを処理装置に適用すれば処理中のウエハの温度制御性の優れた装置を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第一の実施例の横断面図である。

【図2】本発明の第一の実施例のアルミ電極を裏面から見た図面である。

【図3】本発明の第一の実施例を有磁場マイクロ波プラズマ処理装置に適用した説明図である。

【図4】本発明の第二の実施例の説明図である。

【図5】本発明の第三の実施例の説明図である。

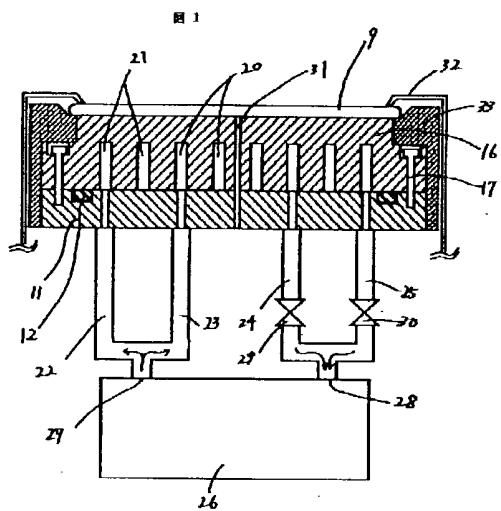
【図6】本発明の第四の実施例の説明図である。

【図7】本発明の第五の実施例の説明図である。

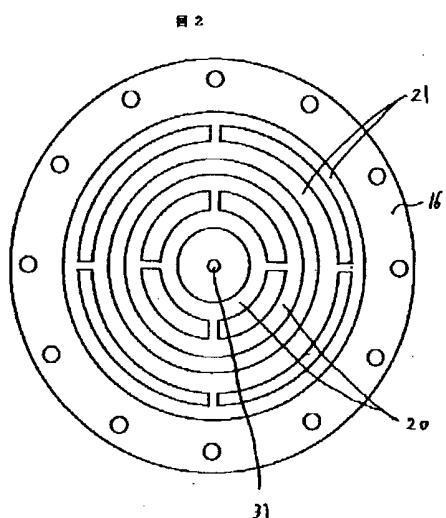
【符号の説明】

1…真空処理室、2…マイクロ波共鳴箱、3…大気空間、4…導波管、5…マイクロ波、6…コイル、7…プラズマ、8…ウエハステージ、9…ウエハ、10…高周波電源、11…ベース、12…0リング、13…処理ガス、14…石英管、15…排気、16…アルミ電極、17…ネジ、18…コンデンサ、19…マイクロ波発信器、20…流路、21…流路、22…導入配管、23…導入配管、24…排出配管、25…排出配管、26…温調機、27…排出口、28…吸引口、29…バルブ、30…バルブ、31…ヘリウム導入管、32…クランプ、33…カバー、34…ベース、35…アルミ電極、36…蛍光温度計、37…蛍光温度計、38…演算回路、39…バルブ開度調節機構、40…温調機、41…温調機、42…導入配管、43…排出管、44…導入配管、45…排出配管、46…バルブ、47…バルブ、48…アルミ電極、49…誘電膜、50…直流電源、51…ガス溝、52…誘電膜の表面。

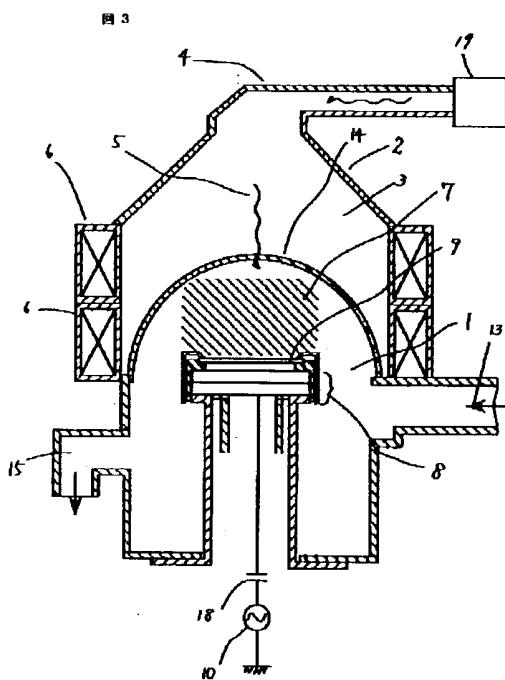
【図1】



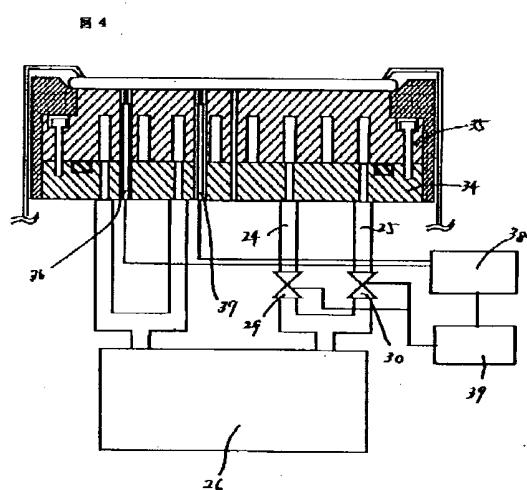
【図2】



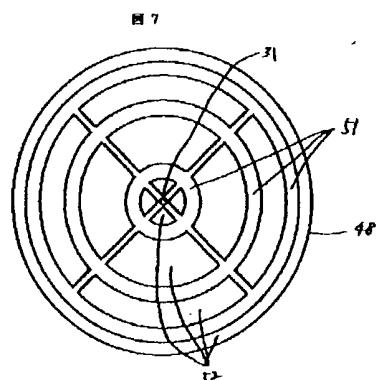
【図3】



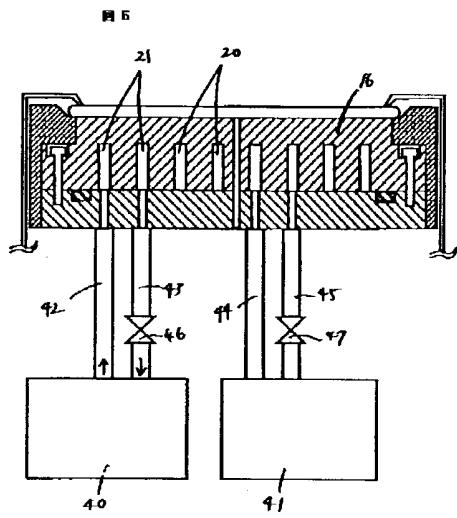
【図4】



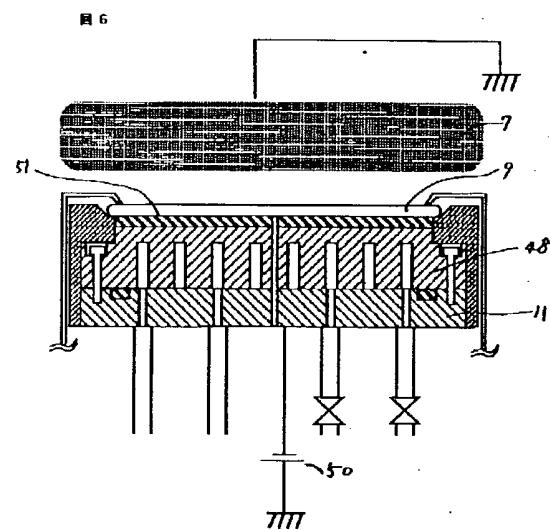
【四七】



【図5】



【図6】



## フロントページの続き

(72)発明者 金井 三郎  
山口県下松市大字東豊井794番地 株式会  
社日立製作所笠戸工場内

Fターム(参考) 3C016 GA10  
5F004 AA01 BA14 BA15 BB11 BB18  
BB21 BB22 BB23 BB25 BC08  
CA06  
5F031 CA02 HA16 HA24 HA38 HA39  
JA46 JA51 MA28 MA32 NA04  
PA26  
5H323 AA40 BB01 BB04 BB20 CA06  
CB23 CB25 CB33 CB35 CB43  
DA04 DB15 EE01 FF01 FF10  
GG16 KK05 MM06